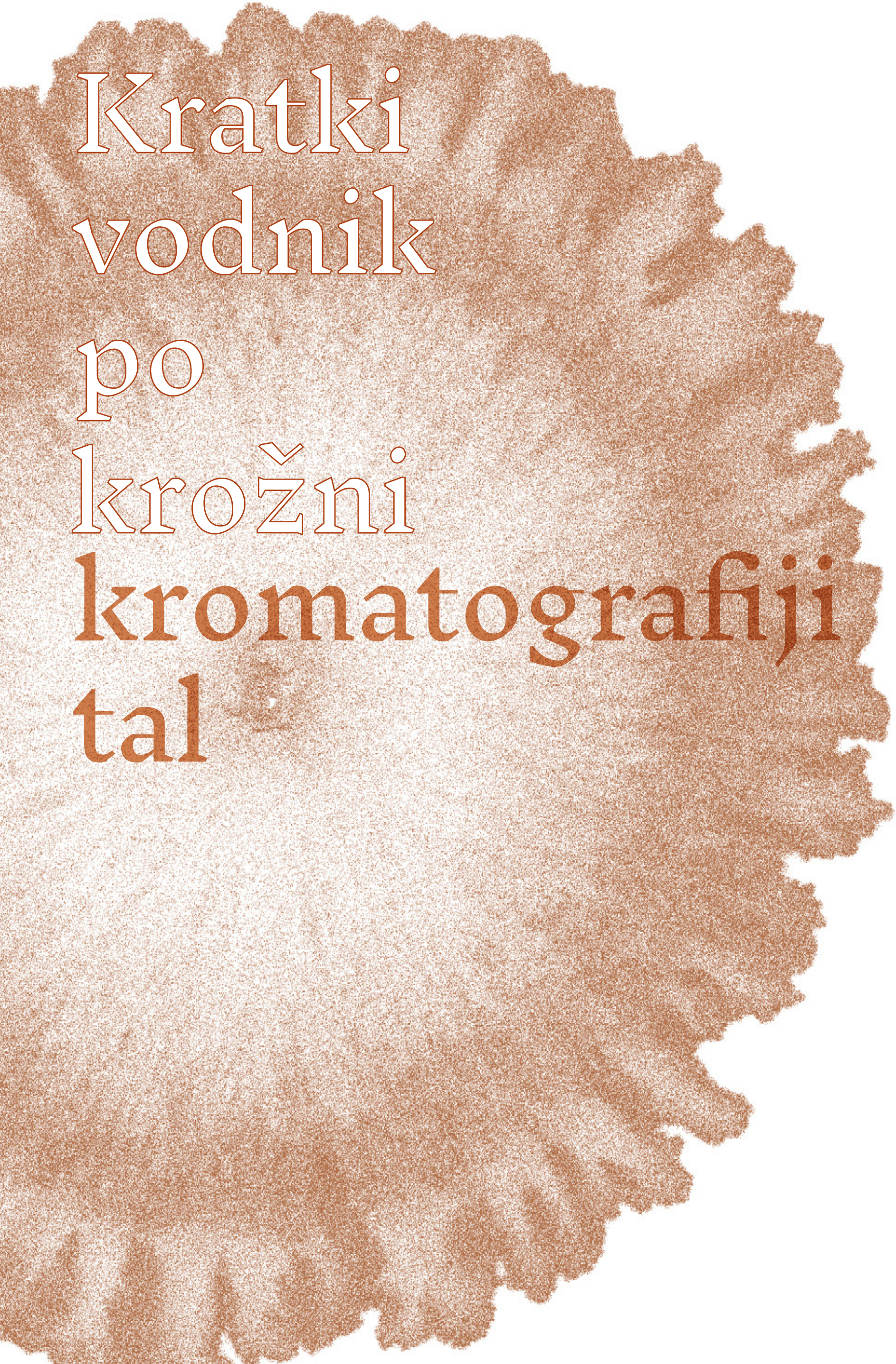


Kratki vodnik po krožni kromatografiji tal

Delavniška edicija

Uvod

Prst je izjemno kompleksna stvar: minerali, voda, zrak, organske snovi in številna živa bitja, ki se nahajajo v njej, tvorijo dinamičen, samoregulativen sistem. Prst, ki je pogosto spregledana in slabo razumljena, je ključnega pomena za preživetje naše civilizacije, saj predstavlja temelj za pridelavo hrane, regulira kroženje vode, omogoča biotsko raznovrstnost in stabilizira podnebje. V tej knjižici si bomo ogledali, kako lahko krožno kromatogafijo uporabimo kot zanimiv pripomoček za širjenje znanja o prsti in tleh.

Krožna kromatografija je metoda analize prsti, ki so jo razvili sredi 20. stoletja in jo še danes uporabljajo »biodinamični« kmetovalci po vsem svetu. Temelji na prehajanju tekočin skozi filtrirni papir zaradi kapilarnih sil. Posamezne sestavine ekstrakta prsti se premikajo z različnimi hitrostmi, odvisno od njihove velikosti ter fizikalnih in kemijskih lastnosti. Filtrirni papir je prepojen z zelo razredčeno raztopino srebrovega nitrata, ki je poznan po izjemni občutljivosti na svetlobo. Iz sestavin prsti, ki jih ločuje filtrirni papir, nastajajo različni vzorci; ko reagirajo s srebrovim nitratom, se nekateri živo obarvajo.

Iz sorodnih snovi nastanejo podobni prepoznavni vzorci in barve, kar pomeni, da so si kromatogrami degradiranih prsti med sabo zelo podobni, močno pa se razlikujejo od kromatogramov bogatih, naravnih prsti in komposta. V zadnjih desetletjih so nekateri poskušali kvantificirati in objektivizirati rezultate kromatografije prsti ter naleteli na zanimive rezultate (glejte nadaljnje branje), vendar pa je glavna prednost krožne kromatografije verjetno prav subjektivnost njene interpretacije.



Krožna kromatografija kot izobraževalni pripomoček

Dobro zasnovana delavnica povezuje udeležence ter ustvarja sproščeno okolje za praktično učenje, izmenjavo idej in razpravo. Krožna kromatografija je dovolj preprosta, da jo lahko izvajajo skupine najstnikov ali odraslih, hkrati pa je vseeno povezana z različnimi zanimivimi koncepti s področja kemije, fizike, biologije, umetnosti in filozofije. Razumemo jo lahko kot znanstveno metodo, tehniko za umetniško raziskovanje in celo kot duhovno udejstvovanje. Ker jo mnogi uporabljajo kot orodje za biodinamično analizo prsti, omogoča razpravo o pomembnih vprašanjih, povezanih z rodovitnostjo tal, in omogoča refleksijo o različnih načinih mišljenja.

S preučevanjem vzorcev prsti z različnih lokacij lahko sodelujoči spoznajo dejavnike, ki vplivajo na zdravje tal, na primer kmetijstvo, onesnaževanje in raznovrstne prakse upravljanja s tlemi. Glede na lokacijo in kontekst delavnice ta element omogoča različne možnosti za refleksijo: degradirane krajine, skupnostni vrtovi in mestni parki vsebujejo širok nabor različnih vrst prsti in ekosistemov, ki se jih da primerjati med seboj; na kmetiji lahko analiziramo tla z različnimi sistemi poljščin, gnojili in komposti.

Izdelava kromatogramov (»krom«) je čudovit proces, ki je poln presenečenj, celo za tiste, ki imajo na tem področju že veliko izkušenj. Vsaka kroma je edinstvena, saj ne odraža le vzorca, iz katerega nastane, temveč do neke mere tudi okoljske pogoje (temperaturo, vlažnost, aktivnost mikrobov itd.) in individualni pečat osebe, ki jo izdela. V dneh po izdelavi se barvni vzorci krom znatno spreminjajo in s tem spodbujajo k sodelovanju še dolgo časa po koncu delavnice. Ko se vrnejo domov, mnogi udeleženci razstavijo svoje krome in s tem pogosto sprožijo pogovore o prsti in tleh v precej širših družbenih krogih.

Predlogi tematik za obravnavo med delavnico

Zdravje tal in upravljanje s tlemi

Zdrava tla so temelj naše civilizacije. Zaradi industrializiranega kmetijstva prihaja do izgube strukture tal, degradacije hranil in onesnaženja – to pa na koncu privede do razpada ekosistemov in erozije tal do nerodovitne puščave. Za regeneracijo tal ni univerzalnega recepta, saj so pogoji v vsakem vrtu in gozdu ter na vsaki kmetiji edinstveni. Če želimo izboljšati kakovost življenja na Zemlji, si moramo vzeti čas, se naučiti dobro opazovati in biti zares prisotni med interakcijami s svetom.

»Klasična« pedologija

Vrste prsti, sestava, kemijske in fizikalne značilnosti, minerali, mikrobni ekosistemi itd. – vse te lastnosti se na tak ali drugačen način odražajo v kromah, čeprav jih je včasih zelo težko povezati s točno določenim barvnim vzorcem ali obliko. Obstaja veliko knjig, videov, podcastov in drugih virov o pedologiji, dobrih informacij o krožni kromatografiji pa ni tako enostavno najti.

Naravoslovne vede

Izdelava ekstrakta prsti z raztopino natrijevega hidroksida (NaOH) in reakcija s srebrovim nitratom ($AgNO_3$) sta predvsem kemijska procesa. Sama kromatografija je fizikalni proces, pri katerem zaradi kapilarnih sil skozi filtrirni papir potujejo tekočine, raztopljeni minerali in organske snovi. Prst pa nastane v prepletenih bioloških, kemijskih in fizikalnih procesih, ki se pogosto odvijajo več tisoč ali celo več milijonov let.

Zgodovina krožne kromatografije

Prve oblike kromatografije so razvili v 19. stoletju. V 1950-ih je Ehrenfried Pfeiffer metodo prilagodil za analizo vzorcev tal v kontekstu antropozofskega (»biodinamičnega«) kmetijstva. Antropozofija je kontroverzna duhovna filozofija, ki jo je v zgodnjem 20. stoletju utemeljil Rudolf Steiner. V praksi se lahko uporablja v kmetijstvu, izobraževanju (Waldorf), alternativni medicini, umetnosti in na mnogih drugih področjih.

Struktura delavnice



Za pravo izkušnjo s krožno kromatografijo tal ji je treba posvetiti dovolj časa. Čeprav je praktično delo enostavno in hitro, je pri večini korakov treba tudi čakati. V dvodnevnem formatu delavnice lahko udeleženci spoznajo celoten postopek, od odvzema vzorcev prsti do dokončanih krom.

Pri določenih skupinah, lokacijah in kontekstih delavnic je pametno pozvati udeležence, naj prinesejo svoje lastne vzorce, in jih potem povprašati o specifični zgodbi njihove prsti in razlogih, zaradi katerih so jo izbrali.

1. Dan	**~ 3–4 ure**
10 min	Uvod
20 min	Odvzem vzorcev
60 min	Sušenje vzorcev → **Premor #1**
30 min	Izdelava ekstraktov prsti
	Priprava raztopin, filtrirnih papirjev in stenjev
30 min	Prepojitev filtrov z $AgNO_3$ (temnica)
	Mešanje ekstraktov prsti → **Premor #2**
Konec	Sušenje filtrirnih papirjev (temnica)
	Premik ekstraktov prsti v temnico

2. Dan	**~ 3–4 ure**
30 min	Pričetek kromatografije (majhne skupine, temnica)
60 min	Kromatografija (temnica) → **Premor #3**
30 min	Sušenje krom (temnica) → **Premor #4**
60 min	Razvijanje krom in razprava o njih

Pripomočki

- tehtnica (z natančnostjo vsaj 0,1 g, če je $AgNO_3$ v trdnem stanju)
- merilni lonček (~50–100 ml)
- stekleni kozarci ali plastične viale (najmanj 50 ml) → en kos na vzorec
- petrijevke, pokrovčki kozarcev ali podobni pripomočki → en kos na vzorec
- litrski kozarec za raztopino NaOH (ali 2 x 500 ml)
- kozarec ali viala v velikosti ~100 ml za raztopino $AgNO_3$
- majhna kuhinjska cedila
- pipete (~2–10 ml)
- gumijaste rokavice
- škarje
- rdeča luč (če je temnica zelo temna)
- vrvica in kljukice za perilo (za sušenje krom)
- žlice oz. lopatke (za odvzem vzorcev)

Sredstva (za 20 krom)

- srebrov nitrat ($AgNO_3$) → 0.2 g
- natrijev hidroksid (NaOH) → 10 g
- destilirana voda → ~1.5 l
- 22 filtrirnih papirjev (s premerom 15 cm) ↘

Dva bosta uporabljena za »stenje« (glejte 3. korak). Po naših izkušnjah so najprimernejši papirji s stopnjo zadrževanja 5-8 µm, vendar pa se lahko dobro obnesejo tudi drugi.

Prostor

V prostoru, kjer poteka glavni del delavnice, vsak udeleženec potrebuje nekaj prostora na stabilni mizi, in sicer za obdelavo vzorca oziroma vzorcev prsti. Temnico lahko ustvarite s kartonom, odejami itd. – naj bo čim temnejša. Nič ni narobe, če je prisotne nekaj posredne svetlobe, poleg tega pa lahko uporabite tudi rdeče luči. Za vsako kromo je potrebna enakomerna in ploska površina (miza/polica/deska), ki je velika vsaj 15 x 15 cm, potrebne pa je še nekaj dodatne površine za vzorce ipd.

Za obdelavo 20 krom je potrebna miza, ki je velika vsaj 150 x 50 cm.

Delavnica

1. Dan

Introduction

- pozdravite udeležence in razložite koncept delavnice

  uvod naj bo kratek, kasneje je na razpolago še dovolj časa

Odvzem in sušenje vzorcev

- udeležence spodbudite, naj se povežejo z okoljem, ki jih obkroža, in izberejo območje ali rastlino, ki jih privlači → predlagamo 1-3 vzorce na udeleženca, odvisno od razpoložljivega prostora v temnici
- za bolj senzorno izkušnjo lahko udeleženci vzorce odvzamejo z golimi rokami

  ~20 g na vzorec

- prst razporedite po kartonu ali časopisnem papirju v senci

  postopek lahko pospešite s sušilnikom hrane

- tisti, ki konča pred ostalimi, lahko pripravi 1-odstotno raztopino NaOH

  50 ml na vzorec - 10 g NaOH v 1 litru destilirane vode je dovolj za 20 krom

Premor #1 ....

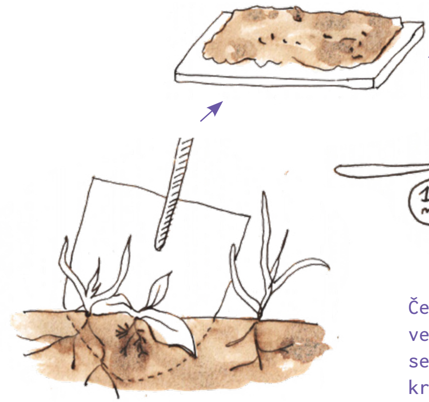
- v zgodnjih fazah delavnice se je najbolje lotiti tematik zdravja tal, upravljanja s tlemi in »klasične« pedologije
- odličen interaktivni pristop je, da na velikem papirju razporedite vzorce prsti po barvi, vlažnosti, razmerju med glino in peskom ali drugih merilih

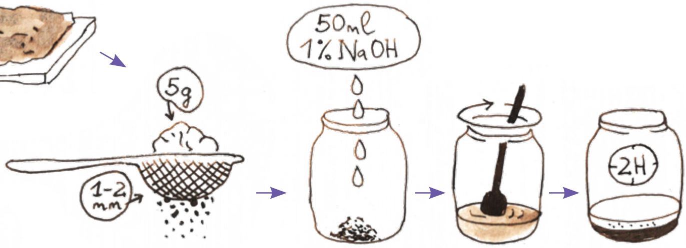
  udeleženci lahko sami ocenijo svoj vzorec in o njem povedo nekaj besed

- spodbujajte senzorni pristop do prsti: tipanje, vohanje in morda celo okušanje

Izdelava ekstraktov prsti

- presejite 5 g suhe prsti (luknjice velikosti ~1–2 mm) in jo zmešajte s 50 ml 1-odstotne raztopine NaOH
- v naslednjih 1–2 urah večkrat nežno pretresite ali pomešajte raztopino





Če je v vzorcu veliko organskih snovi, bo trajalo več časa, da se bo posedel. Idealno je, da do sedimentacije pride v temnici – tako vam za kromatografijo ni treba še enkrat premikati vzorcev.

Priprava materialov

- nekdo, ki ekstrakte prsti naredi med prvimi, lahko pripravi raztopino srebrovega nitrata (v temnici)

→ → Za rokovanje z $AgNO_3$ uporabite rokavice in poskrbite, da je srebrov nitrat izpostavljen čim manjši količini svetlobe!!! ← ←

0,5-odstotna raztopina $AgNO_3$

npr. 0,5 g AgNO3 v 100 ml destilirane vode

↘ **Za eno kromo boste potrebovali 2 ml, tako da bo to dovolj za približno 50 krom –** raztopino lahko shranite v steklenički, v katero ne more prodreti svetloba (po potrebi lahko uporabite alufolijo).

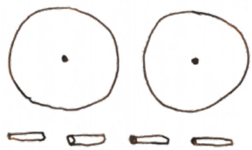


- **Nekdo lahko pripravi filtrirne papirje in stenje**

naredite luknjo v sredini vsakega filtrirnega papirja (~3-5 mm)

za stenje narežite filtrirne papirje v kvadratke (~2x2 cm) in jih zvijte v valjčke

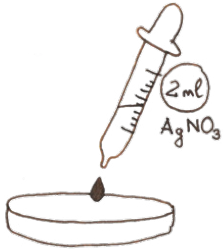
stenjev naredite dvakrat več, kot je filtrov (potrebovali jih boste kasneje)



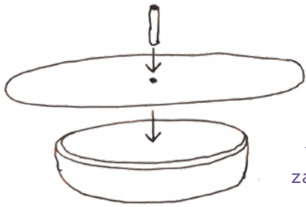
Prepojitev filtrirnih papirjev z $AgNO_3$

✱ z rokavicami in v temnici

To delo lahko opravlja majhna skupina
ali pa poteka v zaporedju po parih,
odvisno od velikosti skupine in temnice →



pipetirajte 2 ml raztopine $AgNO_3$ na petrijevko oz. pokrovček kozarca

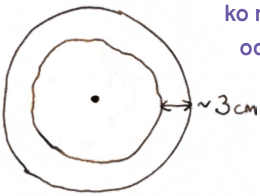


vstavite stenj v luknjo v filtrirnem papirju in ga položite v petrijevko

stenj naj se dotika raztopine –
filtrirni papir se bo nemudoma
začel prepojevati z njo

ta postopek ponovite z vsemi filtrirnimi papirji

vse filtrirne papirje lahko
prepojite hkrati - glede na
vrsto filtrirnega papirja je za
prepojitev potrebnih 5-20 minut



ko raztopina doseže ~5 cm od roba, odstranite stenj in pustite, da se papirji posušijo

filtrirne papirje lahko pustite na
petrijevki, jih položite na karton
ali pa jih obesite na vrvico (v temi!)

Sušenje filtrirnih papirjev in mešanje ekstraktov prsti

- **filtrirne papirje, ki so bili prepojeni z $AgNO_3$, je treba ves čas hraniti v temi – če boste nadaljevali naslednji dan, priporočamo, da jih shranite v zaprti škatli**
- **ekstrakte prsti je treba nežno pomešati vsakih ~30 minut vse do konca prvega dneva delavnice**

  če želite primerjati rezultate, morajo biti intervali,
  skupni čas ekstrakcije in sedimentacija enaki pri vseh vzorcih
- **vzorci se lahko sedimentirajo čez noč v temnici in jih je treba naslednji dan premikati čim manj**

Premor #2 ....

- **na tej točki delavnice je smiselno povedati nekaj o kemiji in fiziki postopka kromatografije**
- **to lahko združite s pregledom zgodovine krožne kromatografije (odvisno od časa in zanimanja)**

2. Dan

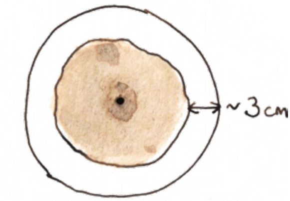
Prepojitev filtrirnih papirjev z ekstrakti prsti

✱ z rokavicami in v temnici



- na rob vsakega filtrirnega papirja zapišite svoje ime in jasno oznako vzorca
- očistite petrijevke oz. pokrovčke kozarcev in uporabite nove stenje
- pipetirajte 2 ml supernatanta (tekočine nad usedlino prsti) iz kozarca v petrijevko
- ponovite enak postopek kot pri prepojitvi z $AgNO_3$
- ko raztopina doseže ~2–3 cm od roba ali ko se podoba neha spreminjati, ustavite kromatografijo

  to lahko traja do eno uro,
  odvisno od vzorca in papirja



Odpravljanje težav

- če raztopina doseže manj kot ~1/2 razdalje do roba, pri naslednjih poskusih raztopino bolj razredčite in/ali omogočite daljši čas usedanja
- če so krome videti blede ali če nimajo jasnih vzorcev, uporabite večjo koncentracijo prsti (npr. 10 g)

Premor #3

- krome preverite vsakih ~10 minut in zaustavite tiste, ki se približujejo robu (odstranite stenj in pustite, da se kroma posuši)
- če opazite, da se pri kateri od krom nič ne dogaja, preverite, ali je stenj še vedno potopljen v ekstrakt
- med tem premorom lahko skupina obišče lokacije odvzema vzorcev; udeleženci lahko povejo par besed o tem, zakaj so izbrali posamezno lokacijo

  če imate dovolj časa, lahko to naredite tudi po koncu delavnice;
  takrat lahko s sabo vzamete razvite krome

- še ena možnost, ki se ponavadi dobro obnese: narišete lahko velik zemljevid območja in krome razporedite po njem glede na lokacijo

Sušenje in razvijanje krom

- pustite, da se vaše krome posušijo v temnici (npr. obešene na vrvici)
- ko se posušijo, se jih lahko dotikate brez rokavic, poleg tega pa jih je dobro izpostaviti posredni sončni svetlobi, da se njihove barve ustrezno razvijejo

Premor #4 / konec ....

- ta premor je ponavadi združen s premorom #3, tako da lahko med sušenjem krom nadaljujete z dejavnostmi
- preden podate prve informacije glede interpretacije, lahko udeležence vprašate, kaj vidijo in kaj mislijo o svojih kromah
  (to lahko naredite tudi v skupinah, v katerih so 2-3 osebe)
- naredite kratek uvod o prepoznavnih značilnostih krom (območjih, kanalih in bodicah) in izpostavite dobre primere
- udeleženci naj primerjajo krome, razmislijo o lokacijah odvzema vzorcev in delijo ideje za prihodnje raziskave

Seveda se pogosto pričakuje, da bo vodja delavnice razložil/-a, kaj vzorci in barve razkrivajo o kakovosti tal. Super bo, če z udeleženci podelite nekaj informacij (odvisno od vaših izkušenj), vendar pa iz vsega skupaj ne naredite predavanja.

Interpretacija in ocena

Krožna kromatografija se izvaja po jasno določenem postopku in ima zelo ponovljive rezultate, vendar pa se interpretacija krom še vedno izmika znanstveni analizi. Čeprav so v primerjalnih študijah ugotovili, da obstaja korelacija med vizualnimi vidiki kromatogramov in bio(kemijskimi) lastnostmi prsti (glej nadaljnje branje), se iz tega ni razvil natančen sistem za znanstveno interpretacijo. Za izobraževalno uporabo metode je to morda celo prednost, saj so podobe zaradi tega bolj zanimive. Poleg tega to sproža razpravo o omejitvah interpretacije kompleksne snovi, kot je prst, s preprostimi številkami. Kaj je bolj zanimivo: Excelova preglednica ali živahna slika?

Kromatogram je odraz kemijske in fizikalne sestave tal ter milijard mikroorganizmov, ki tam živijo. Vzorci in barve nastanejo neposredno iz živega sistema – pri njihovem pojavljanju in razvijanju lahko le pomagamo. V okviru biodinamičnega kmetijstva krožna kromatografija ni razumljena le kot zanesljiva metoda za analizo sestave tal, temveč je interpretirana tudi z vidika *energetskih* lastnosti tal. Če bi radi izvedeli več o tem pristopu, stopite v stik z lokalno zvezo za biodinamično kmetovanje. Na naslednjih straneh so rezultati nekaterih naših eksperimentov, vendar pa ne vsebujejo poglobljene obrazložitve *interpretacije* krome prsti.

Tisti z največ izkušnjami na tem področju so uspeli standardizirati interpretacijo, in sicer tako, da kromo razdelijo na koncentrične kroge (*območja*) in radialne značilnosti (*kanale* in *konice*). Iz prisotnosti in barve območij ter njihovega odnosa z radialnimi značilnostmi lahko sklepamo o določenih lastnostih prsti. Temnorjave barve – predvsem v zunanjih območjih – so ponavadi znak prisotnosti organskih snovi, kanali pa nakazujejo na aktivnost mikrobov. Če kanali segajo vse od središča do robov krome, je to razumljeno kot kazalnik dobre rodovitnosti prsti. Rumena, siva in druge barve lahko kažejo na prisotnost določenih mineralov, včasih pa tudi na hudo degradacijo ali onesnaženost. Pri prsteh s slabo rodovitnostjo so pogosto jasno vidne meje med območji, kanali (če so sploh prisotni) pa ne dosežejo središča krome.

Primeri

Dobra rodovitnost

Zgornje tri krome predstavljajo rodovitne prsti z visoko vsebnostjo organskih snovi in veliko aktivnosti mikrobov.

Lastnosti: temnorjave barve v osrednjih in zunanjih območjih; jasni kanali, ki segajo od središča do robov, pri vzorcu A); svetli središči in temna zunanja območja pri vzorcih B) and C).



A) Vrt



B) Gozd

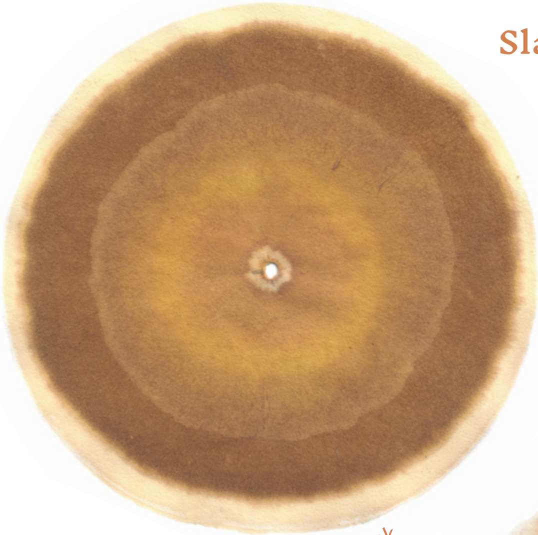


C) Pokopališče

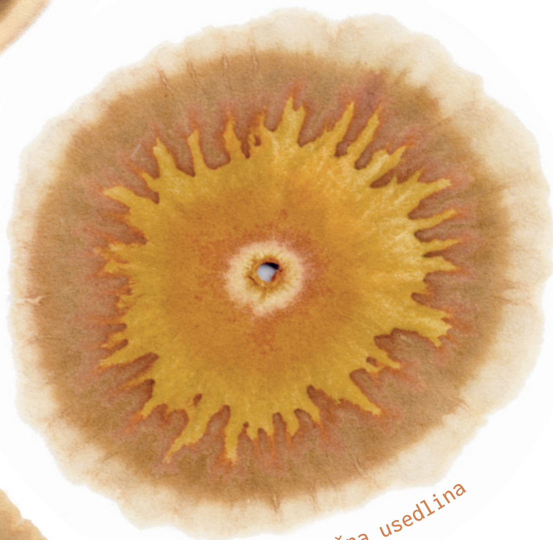
Slaba rodovitnost

Zgornje tri krome predstavljajo vzorce z zelo majhnimi količinami organskih snovi.

Lastnosti: rumenkasto središčno območje (pri vseh treh); pri vzorcu D) ni kanalov in bodic; bodičasti radialni elementi pri vzorcih E) in F); temnejša rdeče-rjava barva in kanali, ki segajo v zunanje območje, pri vzorcu F).



D) Zidarski pesek



E) Peščena rečna usedlina



F) Peščena tla

Kmetijske prsti

Krome predstavljajo zelo različne prsti, ki se uporabljajo za gojenje različnih poljščin. Vzorca G) in H) sta iz Slovenije, vzorec I) pa je iz Mendoze v Argentini.

Lastnosti: velike razlike med barvami in vzorci; različne oblike, a jasni kanali pri vzorcih G) in H), ne pa pri vzorcu I).



G) Zelenjavni vrt



H) Polje krompirja



I) Vinograd

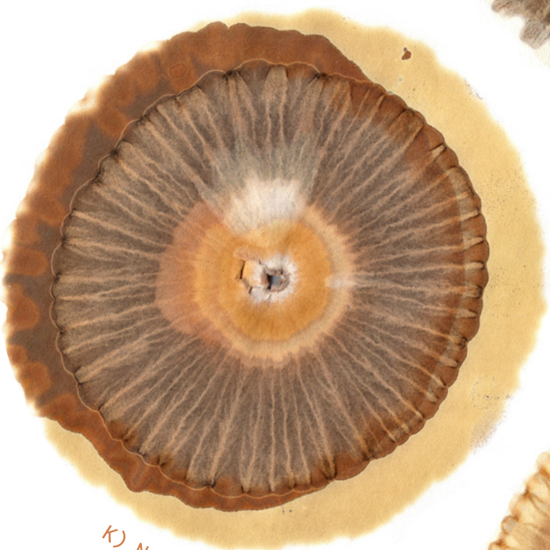
Urbane prsti

Krome predstavljajo tri različne vzorce iz delavnice v središču Ljubljane. Vzorec J) je z roba gradbene jame, v kateri sta glina in pesek; vzorec K) je iz mokrišča na strehi podzemne garaže; vzorec L) je iz nahajališča gline, ki se med drugim uporablja za lončarstvo.

Lastnosti: jasne meje med območji pri vzorcih J) in K); rjava barva osrednjega območja in jasni kanali (vsi vzorci); sivo srednje območje pri vzorcih J) in K); jasne bodice pri vzorcu J); temnorjavo zunanje območje pri vzorcu K).



J) Gradbena jama



K) Na garaži



L) Naravno nahajališče gline

Zapiski

Nadaljnje branje

Pfeiffer (1959) »**The Art and Science of Composting**« Biodynamics #49 in »**Qualitative chromatographic method for the determination of biological factors**« Biodynamics #50

Hassild-Piezunka (2003) »**Eignung des Chroma-Boden-Tests zur Bestimmung von Kompostqualität und Rottegrad**« doktorska disertacija, Univerza v Oldenburgu

Brinton (2010) »**Assessing Compost & Humus Condition by Circular Chromatography**« Journal of the woods end research Lab Vol. 1:1

Restrepo, Pinheiro (2011) »**Cromatografía - Imágenes de vida y destrucción del suelo**« knjigo je izdala založba Impresora Feriva (na voljo je le v španščini)

Kokornaczyk, Primavera, Luneia, Baumgartner, Betti (2016) »**Analysis of soils by means of Pfeiffer's circular chromatography test and comparison to chemical analysis results**« Biological Agriculture & Horticulture

Ford, Cook, Tunbridge, Tilbrook (2019) »**Using paper chromatography for assessing soil health in southwestern Australia**« Centre of Excellence in Natural Resource Management, Univerza Zahodne Avstralije

Graciano, Matsumoto (2020) »**Evaluating Pfeiffer Chromatography for Its Validation as an Indicator of Soil Quality**« Journal of Agricultural Studies

Ford, Stewart, Tunbridge, Tilbrook (2021) »**Paper chromatography: An inconsistent tool for assessing soil health**« Geoderma, Vol. 383

Zahvale

Ta knjižica je izpopolnjena različica mikroBIOMIKove prejšnje publikacije »Kratki vodič po krožni kromatografiji« (2022), s katero vam želimo pomagati pri izvedbi delavnice na to tematiko. Vse publikacije iz serije *Kratki vodniki* so na voljo na spletni strani mreže mikroBIOMIK Society (1) in v knjižnici Internet Archive (2). Najlepše se zahvaljujemo partnerjem, udeležencem delavnic in podpornikom naše kampanje množičnega financiranja. Še posebej pa se zahvaljujemo kolektivu Trajna, Rei Vogrinčič, Saši Spačal in Fernandu »Nanu« Castru.

Del raziskav je bil opravljen med PIFrezidenco 2024, v organizaciji Zavoda Projekt Atol (3) in v sodelovanju s kolektivom Trajna/Krater (4), s finančno podporo Ministrstva za kulturo in Ministrstva za javno upravo Republike Slovenije. PIFrezidenca poteka v sklopu projekta Rewilding Cultures, ki je sofinanciran s strani programa Evropske unije Ustvarjalna Evropa. Za vsebino te publikacije sta odgovorna izključno mikroBIOMIK in Zavod Projekt Atol; vsebina morda ne odraža stališč Evropske unije.

Povezave

(1) mikrobiomik.org
(2) archive.org
(3) projekt-atol.si
(4) krater.si
(5) rewildingcultures.net

Besedilo in slike

Julian Chollet

Oblikovanje in ilustracija

Akvilė Paukštytė

Urednica

Tina Dolinšek (Zavod Projekt Atol)

Lektura in prevod

Jaka Bulc

Založnika

Zavod Projekt Atol (Ljubljana, Slovenija)
mikroBIOMIK Society (Herrsching, Nemčija)
2024
Brezplačna publikacija

Co-funded by the European Union

REPUBLIC OF SLOVENIA
MINISTRY OF CULTURE

REPUBLIKA SLOVENIJA
MINISTRSTVO ZA JAVNO UPRAVO

Prenesi digitalno različico na archive.org ali mikrobiomik.org

Ustvarjeno 11/2024

https://archive.org/details/ChromaSI



Kataložni zapis o publikaciji (CIP) pripravili v Narodni in univerzitetni knjižnici v Ljubljani

COBISS.SI-ID 215490563
ISBN 978-961-96713-1-3
(Zavod Projekt Atol, PDF)